

Fendt 722 Vario, sutil tecnología para profesionales exigentes



El 21 de diciembre, en vísperas de la Lotería de Navidad, realizamos este exhaustivo estudio de campo que resume detalles técnicos del tractor Fendt 722 Vario (como sucesor de la bien conocida serie 800 de Fendt -818 y 820-), así como el análisis del comportamiento en laboreo y transporte, grabando al

efecto datos del motor, del sistema de inyección de urea y de la transmisión. Fendt aglutina un 5,3% de la cuota nacional en el mercado de tractores y representa una tipología de usuario muy profesionalizado y exigente en términos de eficiencia y ergonomía, tal y como esperamos mostrar en este artículo.

Pilar Barreiro, Adolfo Moya, Belén Diezma, Miguel Garrido Izard, Hugo Moreno Párrizas, Constantino Valero.

LPF_TAGRALIA. Dpto. Ingeniería Rural. ETSIA.
Universidad Politécnica de Madrid.

El Fendt 722 Vario sucede de forma natural al Vario 800 (818 y 820), con 700 kg más de peso (7.900 kg en vacío) manteniendo la densidad de potencia (52 kg/kW). En el **cuadro I** se resumen sus características técnicas. El Fendt 722 Vario mantiene el concepto de polivalencia, empleando un semi-bastidor adaptado a 240 CV capaz de

dar consistencia sin penalizar el peso ni la batalla (2,78 m), con un eje delantero reforzado con 600 kg de aumento de peso respecto a los 700 kg totales, para mejorar las labores con aperos de acoplamiento frontal (elevación de aperos de incluso 3.180 kg).

Se trata de un tractor de grandes prestaciones hidráulicas (cinco mandos externos de doble efecto traseros y dos delanteros) con mandos programables desde el terminal Vario que facilitan una configuración completamente adaptada al usuario. El mando multifunción incluye: aceleración de la transmisión, velocidad de crucero, inversión, aceleración/deceleración así como el control com-

pleto de los elevadores delantero y trasero y de la toma de fuerza delantera y trasera. El terminal es tanto táctil como con rueda selectora y pulsadores; ambos están montados sobre el reposabrazos de manera que giran con el asiento para estar siempre disponibles al usuario.

Equipado con motor Deutz (tipo 2012) con 6,06 l, 6 cilindros y 4 válvulas por cilindro, el Fendt 722 Vario tiene acreditado en los ensayos Power Mix Fase IIIB los menores consumos específicos por unidad de potencia de tracción con 245 g/kWh, mientras que el consumo mínimo por unidad de potencia de motor se sitúa en 192 g/kWh.

La nueva transmisión Vario ML 180, infinitamente variable entre 0,02 y 28 km/h para trabajos en campo en avance (máximo 17 km/h en retroceso) y entre 0,02 y 50 km/h para transporte (máximo 33 km/h en retroceso), está avalada por veinte años de experiencia e incluye facilidades de conducción como el sistema de dirección Vario Active que permite diferentes relaciones de giro de manera que con un solo giro de volante se alcanzan 43,3° (26,6° sin Vario Active), y se bloquea por encima de 20 km/h para asegurar una conducción segura.

Por último, destacar la gran facilidad y seguridad en el acoplamiento y desenganche de aperos con acople semiautomático en dos fases, gracias a los mandos de accionamiento del tripulante y de la toma de fuerza en los guardabarros traseros, y a que los brazos inferiores del tripulante disponen de conexiones normalizadas para categorías II y III (holguras entre las barras de separación del apero de 870 mm y 1.010 mm respectivamente, en nuestro caso la vertedera y el rotavator).

El resultado de una I+D esmerados

En la reciente Agritechnica 2011 se presentó una comunicación por parte de Fendt (Leistle, 2011) en la que se describe el proceso de investigación y desarrollo seguido en los nuevos tractores Fendt para adaptarse a la normativa de emisiones Tier IV interim, desarrollando al efecto el sistema SCR (Reducción Catalítica Selectiva) con herramientas de ingeniería asistida por ordenador (CAE, según sus siglas en inglés). El autor destaca la dificultad de incorporar dicho sistema (muy voluminoso) en el tractor sin entorpecer la visibilidad, ni la compacidad, y sin comprometer la refrigeración de los componentes previos del motor. Hace referencia expresa a la renovación de todos los paquetes de refrigeración (aire acondicionado, aceite, intercooler, agua del motor); estudiando, de forma detallada, mediante herramientas de dinámica de fluidos computacional (CFD): el paso de aire en los radiadores, el empleo de las turbulencias en los pre-filtros de aire para alargar la vida útil del filtro de aire de tipo ciclónico, o el análisis de turbulencias, velocidad del aire y caídas de presión a la salida del turbocompresor.

Nosotros hemos podido comprobar que el esmerado diseño hace invisible el cataliza-



El equipo de pruebas LPF TAGRALIA junto al personal técnico de Fendt tras realizar las pruebas en campo.

CUADRO I. Especificaciones técnicas del tractor Fendt 722 Vario.

Motor	
Potencia nominal (kW/CV) (ECE 97/68)	163 / 222
Potencia máxima (kW/CV) (ECE 97/68)	168 / 229
Nº cilindros /cilindrada (cm³)	6 / 6.056
Diámetro / Carrera (mm)	101 / 126
Régimen nominal (r/min)	2.100
Revoluciones a la máxima potencia (r/min)	1.800
Máx. par motor (1.450 r/min)	988
Aumento del par motor (%)	39
Tipo de inyección	Common rail 1600 bar
Optimización del consumo de combustible (g/kWh)	192
Tratamiento gases de escape: NOx	SCR
Volumen depósito combustible (l)	400
Volumen depósito AdBlue® (l)	38
Nivel de emisiones	Fase 3b: Tier IV interim
Transmisión y toma de fuerza	
Tipo	Transmisión continua Vario ML 180
Gama de velocidades:	
Gama I- campo (avance / retroceso)	0,02 a 28 km/h / 0,02 a 17 km/h
Gama II - carretera (avance / retroceso)	0,02 a 50 km/h / 0,02 a 33 km/h
TDF trasera (r/min)	540 / 540 E / 1.000
Ángulo de avance (°) / radio de giro sin frenos, doble tracción (mm)	12 / 5.100
Elevador hidráulico	
Capacidad máxima de elevación hidráulico trasero en barra enganche (kN/Kp)	9.580
Máxima capacidad de elevación elevador delantero (daN)	4.418
Peso de los aperos elevador delantero (kg)	3.180
Dimensiones y pesos	
Peso sin carga (kg)	7.900
Peso máx. autorizado (kg)	12.500
Anchura total (mm)	2.550
Longitud total (mm)	5.240
Distancia entre ejes (mm)	2.783
Distancia al suelo (mm) ¹⁾	552
Anchura de vía delantera (mm) ¹⁾	1.940
Anchura de vía trasera (mm) ¹⁾	1.920
Radio del círculo de dirección (m) ¹⁾	5,5
Neumáticos estándar delanteros / traseros	540/65R30 / 650/65R42
¹⁾ Con neumáticos estándar	

por SCR al colocarlo en una de las columnas de la cabina, simplifica el proceso de acceso y limpieza de los distintos radiadores, o directamente atenúa el conflicto que supone trabajar en países cálidos a máxima carga cuando la máxima temperatura autorizada en la inyección de urea es de 70°C. Fendt opta por eliminar la necesidad de un sistema adicional de refrigeración en el SCR mediante un exhaustivo análisis de los puntos calientes del motor en las peores condiciones, y la pertinente separación de los focos de calor.

Un último aspecto de diseño relevante referido al SCR es la consideración del AdBlue como el primer fluido del motor susceptible de sufrir procesos de congelación, aspecto que determina el diseño del depósito, la bomba, las tuberías y la boquilla de pulverización, así como la necesidad de prevenir la condensación de gotas en las zonas frías del depósito para evitar cristalizaciones de soluto.

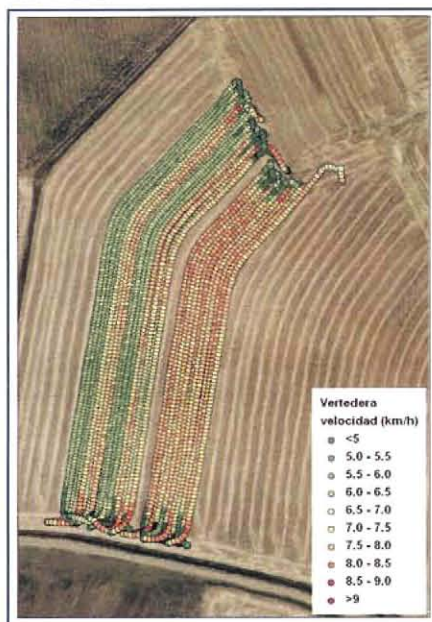
El efecto pecera

La cabina de los nuevos Fendt de la serie 700 Vario ofrece 5 m² de cristal curvado y nos regala una visión panorámica, en este caso de la inmensa meseta castellana, recreando la sensación de estar en una pecera donde resulta difícil distinguir la frontera entre el interior y el exterior. Además, la suspensión neumática en tres puntos imprime suavidad en trabajo y transporte.

La amplitud quizás resulte más clara si indicamos que durante el ensayo estuvieron en

Figura 1

Trayectorias y velocidades del tractor durante los ensayos de laboreo con vertedera.



todo momento tres fornidas personas en su interior: Jaume Pont, Antonio Rabasco y Luis Herráez, para la conducción, verificación del trabajo y captación de datos respectivamente.

El conjunto de iluminación garantiza que el trabajo sea cómodo y viable en condiciones nocturnas. Los peldaños de acceso se iluminan por la noche y se dispone de ilumi-

nación Led en la parte trasera del tractor. Los detalles son muchos, como el sistema de climatización rediseñado para evitar el contacto directo con las corrientes de aire, o la llave codificada electrónicamente para evitar robos. En resumen, súbanse y opinen.

Ensayos realizados

La prueba de campo se ha centrado en la evaluación de la respuesta del tractor Fendt 722 Vario durante una labor de arada con vertedera Kverneland EG85 de cinco cuerpos, en trayectos de ida y vuelta (ascendente/descendente respectivamente con una pendiente del 5%), bajo diversas estrategias de conducción manual y automática (TMS), distintos rangos de velocidad de avance (7 y 8,5 km/h) y dos profundidades de trabajo distintas (25 cm y 20 cm). La **figura 1** muestra los recorridos en campo indicando las velocidades de trabajo.

La parcela de 7 ha, con una humedad del 17,7% ± 1,03% en el momento del ensayo, presentaba un rastrojo de trigo procedente de una campaña con una productividad superficial aproximada de 5.000 kg/ha. El suelo arcillo-limoso trabajado se caracteriza por unas tonalidades rojizas con presencia de materia orgánica; su densidad aparente húmeda: 1,36 ± 0,55 g/cm³ (30 repeticiones en cruz) comparada con la correspondiente seca: 1,18 ± 0,07 g/cm³ para la textura mencionada, indica una porosidad del 56% con una saturación de agua del 32%. Al tratarse de un suelo cohesivo se realizó una pequeña prueba de modelado de bastoncillos de arcilla de 3 mm, para comprobar que nos encontrábamos por encima del límite plástico, en condiciones de adherencia suelo/herramienta reseñable. Los valores aproximados de resistencia a compresión simple del suelo y de corte sin drenaje se estiman del orden de 0,8 kg/cm² y 0,4 kg/cm² respectivamente. Estaba previsto además un ensayo con rotavator que tuvo que ser suspendido debido al embozamiento del rodillo jaula, debido a las mencionadas condiciones de adherencia del suelo.

Por otra parte, al término del ensayo de arada, se realizó una prueba de transporte de 5 km en un camino rural con el objetivo de verificar las prestaciones del tractor, entre las que destaca la suspensión neumática al eje delantero y trasero que permiten una conducción segura con velocidades de cruce, incluso de 50 km/h.



El Fendt 722 Vario mantiene el concepto de polivalencia, empleando un semi-bastidor adaptado a 240 CV capaz de dar consistencia sin penalizar el peso ni la batalla.

El tractor se empleó con 600 kg de lastre al eje trasero y 1.250 kg en un lastre frontal unido al tripuntal delantero lo que facilita enormemente el proceso de lastrado.

Registro y tratamiento de datos

Como en ocasiones anteriores nuestro grupo, LPF_Tagraia, estuvo al cargo de la instalación de los sistemas de georreferenciación (DGPS), así como de la marcación de las besanas normalizadas de 100 m y posterior cronometraje manual, junto con la realización de evaluaciones sistemáticas de la calidad de la labor en términos de desmenuzamiento del suelo, profundidad y ancho de trabajo efectivo. Las besanas completas que se representan en la **figura 1** recorren longitudinalmente los 250 m de la parcela. Se han realizado además determinaciones térmicas de distintos elementos con termómetro de infrarrojos (IR) y termografía como se mencionará posteriormente.



La cabina proporciona una elevada visibilidad.



La amplitud de la cabina quizás resulte más clara si indicamos que durante el ensayo estuvieron en todo momento tres fornidas personas en su interior: Jaume Pont, Antonio Rabasco y Luis Herráez, para la conducción, verificación del trabajo y captación de datos respectivamente.

También, como en ocasiones anteriores, se solicitó a la empresa el acceso a los diversos datos de las centralitas del tractor. El técnico de Fendt, Luis Herráez, preparó concienzudamente la verificación de los distintos tipos de parámetros disponibles: motor, sistema de inyección de urea y transmisiones. Dado que estos tres tipos de datos no pueden recogerse simultáneamente, se procedió a du-

Figura 2

Niveles de carga del motor durante la prueba de laboreo profundo en modo automático (TMS) y manual.

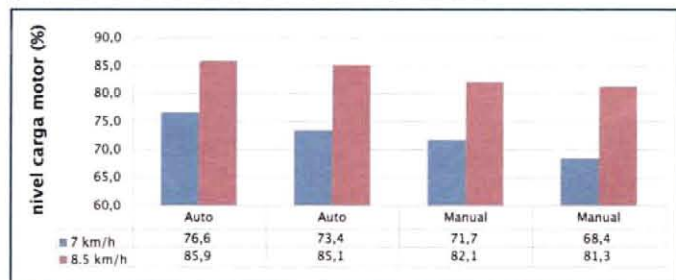
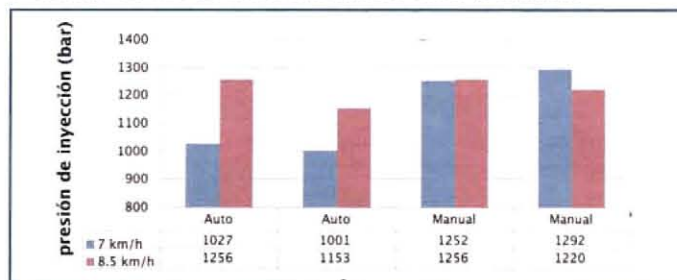


Figura 3

Presiones de inyección de combustible durante la prueba de laboreo profundo en modo automático (TMS) y manual.



plicar o triplicar las distintas modalidades de ensayo y conducción, mostrando en el acto además un resumen de datos en el terminal del tractor. Esta herramienta es de gran utilidad y está disponible de serie para los usuarios interesados en optimizar sus procedimientos de trabajo.

Los datos disponibles de motor son: presión de sobrealimentación (mbar), velocidad motor (rpm), masa de inyección (mg/golpe), presión rail instantánea (mbar), presión rail consigna (mbar), par motor (N m), potencia (kW), par motor máximo al régimen actual (N m), y nos han permitido derivar: consumo (l/h), potencia (kW), consumo específico (g/kWh) y carga del motor (%).

Para caracterizar el sistema de reducción catalítica selectiva (SCR) la centralita aporta: velocidad motor (rpm), inyección de AdBlue (mg/s), NOx antes de SCR (ppm), NOx después de SCR (ppm) y presión de la bomba SCR (mbar), que a su vez nos permiten calcular el consumo de urea en porcentaje respecto al combustible (%) y el porcentaje de reducción de los óxidos de nitrógeno o NOx (%).

Finalmente, entre los parámetros registrados en la transmisión CVT seleccionamos: relación transmisión consigna, relación trans-

misión nominal, régimen real del motor (rpm), velocidad real de avance según el radar del tractor (km/h), carga del motor (%) y temperatura del aceite de transmisión (°C).

El procesado de los distintos ficheros de texto se ha llevado a cabo mediante rutinas desarrolladas ex profeso, para posteriormente someter los datos a una batería de análisis estadísticos, todo ello efectuado en entorno Matlab. Dado que se dispone de un elevadísimo número de registros, los errores típicos asociados a las medias calculadas para cualquier parámetro en cualquiera de las modalidades de los ensayos realizados se sitúan por debajo del 1%, y como tal han de ser considerados para cualquier valor medio ofrecido en los distintos cuadros.

Laboreo al límite

Comenzamos con esta primera parte de la prueba correspondiente a una profundidad elevada (25 cm) en unas condiciones de alta adherencia (suelo arcillo-limoso por encima del límite plástico), realizada a 7 y 8,5 km/h de velocidad de consigna en el avance, en modo automático (TMS) y manual. La capacidad de trabajo teórica a 8,5 km/h aumenta

un 26,7% respecto a 7 km/h (1,5 y 1,7 ha/h respectivamente) (**cuadro II**). Sin embargo sitúa al tractor en unas condiciones de elevada demanda de potencia, ligeramente superior a 150 kW.

En estas condiciones, el sistema TMS reduce el resbalamiento aparente en un 9,1% (de 12,3% a 11,1%), utilizando como estrategia un incremento de carga del motor y una disminución de la presión de inyección de manera que el consumo específico de combustible no se vea significativamente alterado (en todos los casos rondando 180 g/kWh). Las **figuras 2 y 3** ofrecen los datos promedio de carga (%) y presión de inyección (bar), mientras que la **figura 4** representa los datos instantáneos.

Para la velocidad de 7 km/h en modo TMS, el aspecto más destacable es la combinación de reducción de régimen (rpm), presión de inyección (bar) y aumento de carga del motor (%), en un nuevo intento de mantenerse cerca del óptimo de consumo. Ninguna opción supera las 1.800 rpm, tal y como se refleja en la **figura 4**.

La **figura 5** muestra claramente que cuando los requerimientos de potencia no se encuentran al límite de la capacidad del tractor, el sistema de gestión TMS ajusta el régimen del motor. Este hecho se ve reflejado en la **figura 5** donde se puede apreciar cómo para una velocidad más reducida (7 km/h) y una carga del 75%, la presión de inyección se reduce hasta los 1.000 bares, frente a los 1.300 alcanzados en control manual. Además, la presión es más constante independientemente de la cantidad de combustible inyectado.

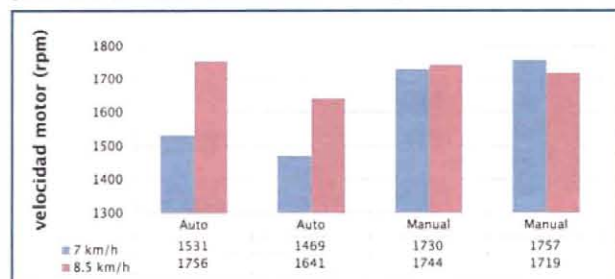
Esta prueba de laboreo profundo está examinada no tanto a mostrar el comportamiento del sistema TMS desde el punto de

CUADRO II. Comparación del modo automático (TMS) y manual en el ensayo de laboreo profundo: velocidad teórica (km/h), real (km/h), capacidad de trabajo (ha/h) y resbalamiento (%). Ascenso y descenso refiere a la pendiente de las besanas del 5% en promedio.

	Auto		Manual		Manual		Manual	
	Ascenso	Descenso	Ascenso	Descenso	Ascenso	Descenso	Ascenso	Descenso
Vt (km/h)	7	7	7	7	8,5	8,5	8,5	8,5
Vr (km/h)	6,1	6,6	6,0	6,4	7,1	7,7	7,2	7,6
Resbalamiento (%)	12,8	6,1	14,8	8,7	16,2	9,6	15,8	10,1
St (ha/h)	1,43	1,54	1,39	1,50	1,67	1,80	1,68	1,79

Figura 4

Regímenes del motor durante la prueba de laboreo profundo en modo automático (TMS) y manual.



vista del consumo, sino a garantizar un aporte elevado y circunstancialmente variable de potencia. Como veremos más tarde, el sistema TMS en máximos requerimientos de potencia apenas permite una reducción del consumo en l/ha del 1,14%, aunque supone una re-

labor que hemos denominado al límite ha permitido a pesar de todo reducir el nivel de emisiones de NOx entre un 85% y un 95%, con un consumo de urea en la mayoría de los casos ligeramente por encima del 6,2% en volumen respecto al consumo de gasoil (8%



Detalle del bastidor delantero perforado, con las conducciones del hidráulico (izda) y acceso a los radiadores (drcha).

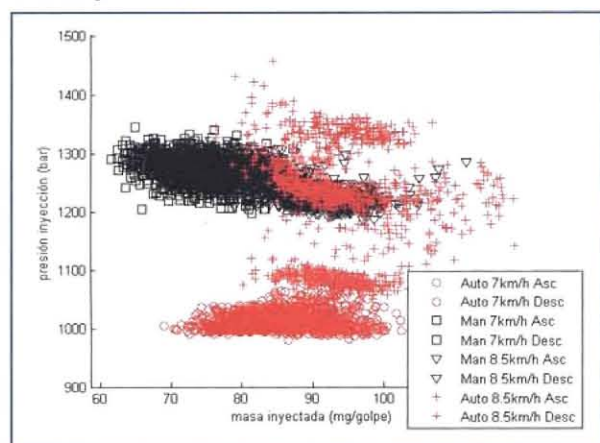
ducción de hasta un 6,5% considerado en ml/m³ de terreno removido.

en masa, ya que la densidad del AdBlue es 1,3 veces la del gasoil) (figura 6).

La elevada demanda de potencia de la labor, en torno a 130 kW y 150 kW a 7 km/h y 8,5 km/h respectivamente, también se manifiesta en una mayor respuesta del control de tiro y por tanto en una mayor variabilidad de la profundidad de trabajo (13%), sin que se perciba durante la conducción ninguna situación crítica y manteniéndose el régimen

Figura 5

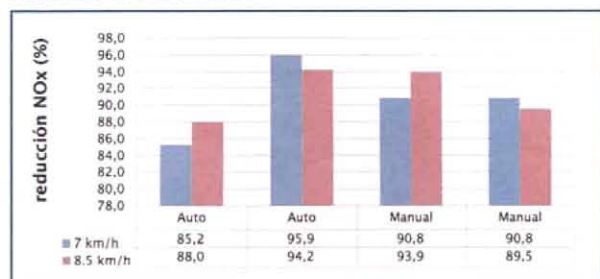
Presiones de inyección frente a masa inyectada para los distintos modos y velocidades durante el ensayo de laboreo profundo con vertedera.



Reposabrazos del tractor, con la pantalla táctil y mandos de control.

Figura 6

Reducción de los niveles de óxidos de nitrógeno mediante el sistema SCR.



CUADRO III. Comparación del modo automático (TMS) y manual en el ensayo de laboreo a profundidad intermedia: velocidad teórica (km/h), real (km/h), capacidad de trabajo (ha/h) y resbalamiento (%).

	Auto	Auto	Manual	Manual
	Ascenso	Descenso	Ascenso	Descenso
Vt (km/h)	8,5	8,5	8,5	8,5
Vr (km/h)	7,4	8,0	7,3	7,6
St (ha/h)	1,73	1,87	1,70	1,79
Resbalamiento (%)	12,9	6,2	14,5	10,0



Sistema de inyección de AdBlue en los gases de escape.



El elevador incorpora una varilla y un código de color reglado para facilitar visualmente al operario la regulación.

con suavidad en todos los casos. La **figura 7** presenta los valores instantáneos de inyección de AdBlue y de régimen de motor en estos ensayos de laboreo extremo. La gestión manual redunda en una mayor variabilidad en la dosificación de urea.

Labranza a una profundidad intermedia

Trabajando ahora a 20 cm nos encontramos con una situación más cómoda para el tractor (niveles de carga del motor del 75% en modo TMS y del 70% en modo manual) (**cuadro III**). El tractor dispone ahora de mayor margen en el modo automático para optimizar el consumo. Como en el caso anterior, la primera consecuencia del sistema TMS es facilitar un menor resbalamiento aparente (%) y una mayor capacidad de trabajo (ha/h) a costa del mencionado incremento de carga del motor manteniendo en lo posible el régimen cercano a 1.600 rpm.

En este caso la capacidad de trabajo en modo TMS respecto al manual apenas se incrementa un 3%, y el resbalamiento aparente se reduce en un 22% (12,6 a 9,5%). La presencia de pendientes ascendentes y descendentes pone de manifiesto la dificultad de disponer en dinámico de una transferencia de peso óptima.

Las **figuras 8 y 9** muestran los datos instantáneos de presión de inyección y



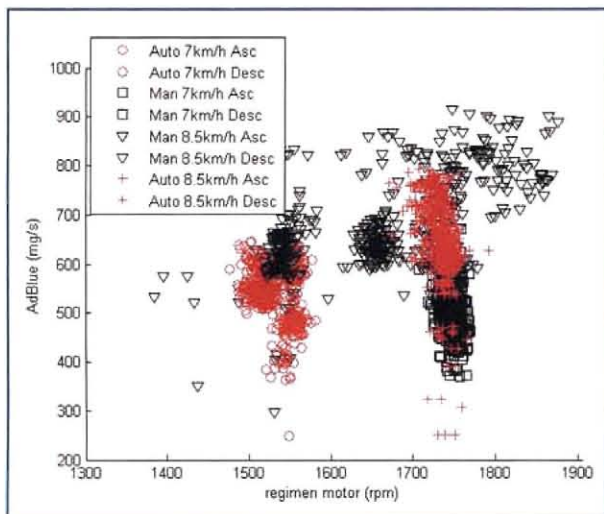
Se tomaron muestras de suelo para determinación de la humedad y textura.



Realización de bastoncillos de suelo para verificar que se superaba el límite plástico.

Figura 7

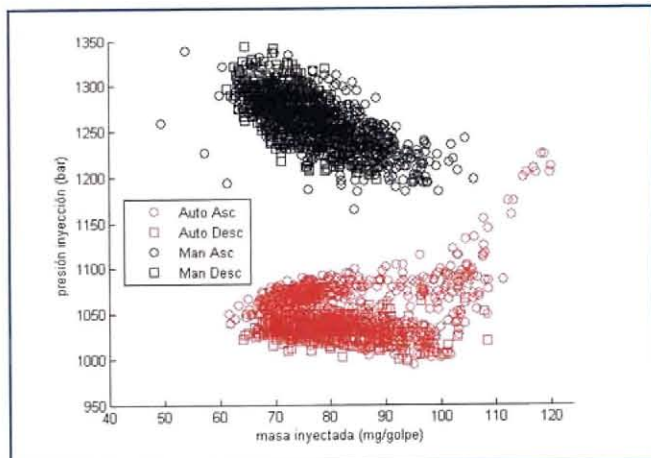
Inyección de AdBlue frente a régimen del motor durante los ensayos de laboreo profundo con vertedera.



El ensayo con el rotavator no se pudo realizar al estar el suelo demasiado húmedo.

Figura 8

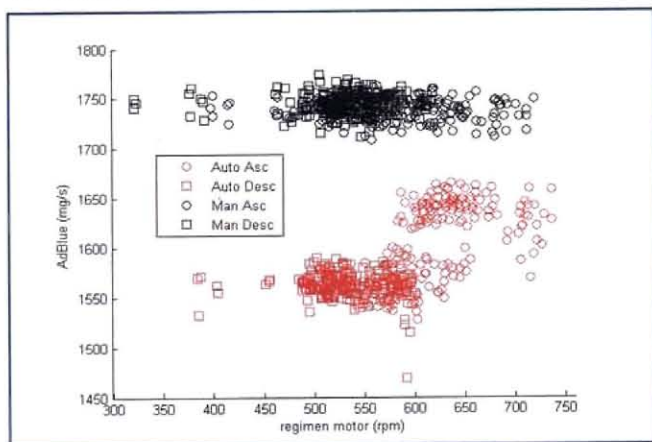
Presiones de inyección y cantidad de combustible inyectado por golpe para el ensayo de laboreo a profundidad intermedia.



El sistema TMS trabaja bajo de revoluciones y cuando hay un aumento de carga inyecta más combustible y eleva las revoluciones del motor (y con él la presión de inyección). Por el contrario, en la conducción manual se lleva el motor a un régimen más alto y un aumento de carga provoca una caída de revoluciones, aunque se inyecte una mayor cantidad de combustible. Esto se ve en la pendiente descendente de la nube de puntos negros.

Figura 9

Cantidad de AdBlue inyectada frente a régimen del motor para el ensayo de laboreo a profundidad intermedia.



masa de combustible por cilindro y ciclo, así como el régimen del motor y la cuantía de AdBlue inyectado (mg/s).

La **figura 10** resume los valores promedio de reducción de emisiones de NOx y de consumo de AdBlue (%), en torno a 90% y 8,5% en masa respectivamente (6,7% de AdBlue expresado en volumen).

Comparativa de consumos en laboreo

El **cuadro IV** resume los valores de consumo de combustible obtenidos en las dos pruebas de laboreo a 25 cm y 20 cm. Cabe destacar que en todos los casos el sistema TMS permite reducir los valores

Figura 10

Reducción en las emisiones de NOx y cantidades inyectadas de AdBlue por el SCR durante el ensayo de laboreo a profundidad intermedia.

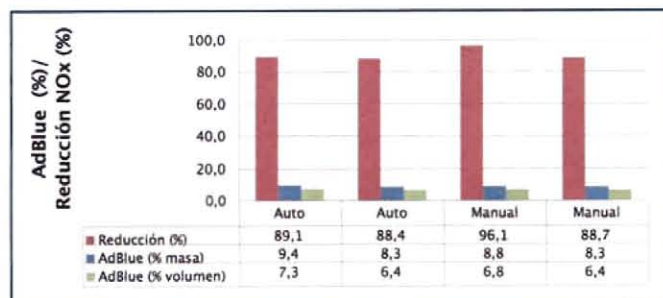


Figura 11

Escenario de simulación de ahorro de tiempo y combustible en modo TMS respecto al manual.



CUADRO IV. Comparativa de los consumos de combustible en las distintas condiciones de laboreo: conducción (automático vs. manual), y profundidad (25 cm respecto a 20 cm).

	Tractor en manual	Tractor con TMS	Tractor en manual	Tractor con TMS	Tractor en manual	Tractor con TMS
Profundidad (cm)	24,8	25,6	23,4	24,3	19,3	18,9
Velocidad teórica (km/h)	7,0	7,0	8,5	8,5	8,5	8,5
Consumo total (l)	1,85	1,75	2,05	2,00	1,57	1,43
Consumo medio (l/ha)	16,6	16,0	17,6	17,4	15,7	14,4
Reducción consumo (%)		-3,92		-1,14		-8,09
Tiempo removido (m³/h)	3.876,5	4.169,5	4.004,3	4.441,8	3.334,8	3.320,4
Consumo (ml/m³)	6,63	6,24	7,38	6,90	7,88	7,63
Reducción consumo (%)		-5,9		-6,5		-3,1

de consumo (l/ha) hasta en un 8,09% cuando el nivel de carga del motor se sitúa en torno a un 75% (20 cm de profundidad y 8,5 km/h).

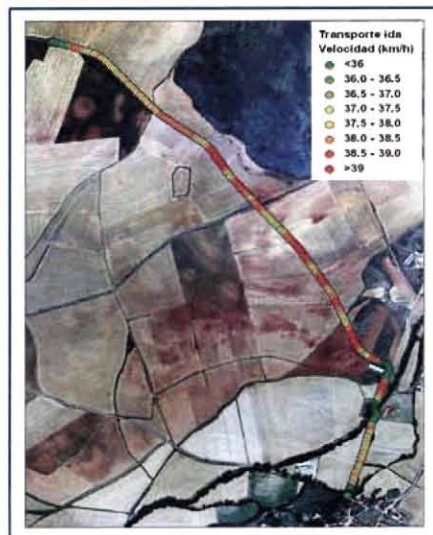
Escenarios de trabajo en la vida útil de tractor

Empleando como base el escenario de uso con un nivel de carga de motor del 75% y con las variabilidades de capacidad de trabajo (1,8 y 1,74 ha/h en TMS y manual) y consumo (6,9 y 7,3 ml/m³ en TMS y manual) obtenidas anteriormente, se puede establecer una simulación para valorar el ahorro de tiempo y combustible derivado exclusivamente de emplear el modo de trabajo TMS que viene de serie en los tractores Fendt, respecto al modo de trabajo manual.

Podemos comprobar que en un año en el que se labren 500 ha se produce un ahorro de 300 litros de combustible trabajando a 15 cm de profundidad y de 400 litros trabajando a 20 cm y un ahorro de tiempo de 19 h. La **figura 11** puede emplearse para ver el ahorro acu-

Figura 12

Recorrido realizado durante uno de los trayectos de ida para la prueba de transporte con las velocidades instantáneas reflejadas mediante un código de colores.



mulado en cinco años labrando 500 ha por campaña, o para simular escenarios con distinto número de hectáreas labradas al año.

Prueba de transporte

La **figura 12** muestra el recorrido de ida y vuelta realizado (5 km, con 2,4% de pendiente), indicando valores instantáneos de velocidad de avance. El aspecto más destacable es la suspensión neumática, que permite alcanzar en un camino rural sin asfaltar velocidades punta de hasta 50 km/h sin merma de seguridad ninguna. Los valores de consumo específico de combustible se reducen aún más hasta valores de 167 g/kWh (0,499 l/km), y los niveles de inyección de AdBlue se sitúan en un 6% respecto al combustible expresado en masa (4,8% expresado en volumen) (**cuadro V**).

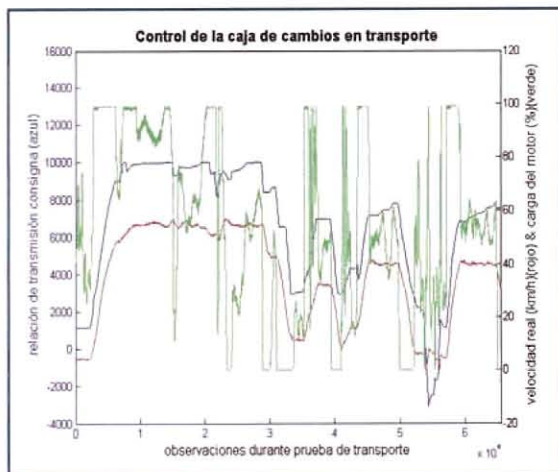
La **figura 13** muestra parte de la información registrada en la grabación de la transmisión CVT: relación de transmisión consignada (expresada en unidades de regulación, azul), nivel de carga del motor (%), verde) y velocidad de tránsito (km/h, rojo). Como puede observarse en esta pequeña prueba se superaron los 50 km/h. Por otra parte, en los instantes en que la relación de transmisión ideal sufre mayores variaciones es asimismo donde se registran valores máximos de carga del motor.

Análisis térmico

Como ya hemos observado en anteriores ensayos, existen grandes fluctuaciones térmicas que afectan sobre todo a los diversos elementos en contacto con fluidos sometidos a esfuerzos de calentamiento elevado. En este

Figura 13

Algunos parámetros registrados durante la prueba de transporte.



Montaje de equipos electrónicos y medición de temperatura del AdBlue.

sentido, queremos destacar las elevadas diferencias térmicas que se registran en los ejes delantero y trasero. Los valores de temperatura de aceite de la transmisión, tal y como han sido registrados en el ensayo de grabación en laboreo son congruentes con los datos recogidos con la cámara térmica y el sensor de temperatura de infrarrojos. En este sentido, destaca que tras el trabajo de laboreo el eje trasero muestra un 25% más de temperatura que el delantero (30 y 24°C, respectivamente), mientras que al término del transporte ambos ejes alcanzan prácticamente la misma temperatura (35 y 36°C, respectivamente). Este hecho parece relacionado con la mayor transferencia de peso al eje trasero durante el laboreo, y el efecto durante el transporte de mayor agarre del eje delantero debido a la suspensión neumática. Esto último es determinante en la gran estabilidad y confort en el tránsito por caminos rurales. En las figuras 14 a 17 se muestran las imágenes térmicas obtenidas el día de la prueba.

A título de conclusión

Hemos otorgado al tractor Fendt 722 Vario el título de sutil tecnología por la calidad de sus matices, facilidad de uso, rapidez de ajustes y comodidad de utilización, verificando consumos específicos en laboreo mayoritariamente inferiores a 180 g/kW/h (14,4 l/ha a 20 cm). El modo de operación automático o TMS, que gestiona simultáneamente de forma automati-

zada motor y transmisiones, avala tanto el ahorro de tiempo por un incremento de la capacidad de trabajo (ha/h) como el de combustible, este último entre un 3 y 8%. La gestión en modo automático permite optimizar la potencia dis-

ponible y trabajar de forma uniforme a velocidades más elevadas; así la posibilidad de trabajar a 8,5 km/h respecto a 7 km/h, por ejemplo, permite aumentar la capacidad de trabajo en un 26%. Por tanto, usen el modo automático

CUADRO V. Resumen de condiciones de motor en transporte.

	P alimentación (m bar)	Régimen (rpm)	Presión Rail (bar)	Par motor (NM)	Potencia (kW)	Ce (g/kW/h)	Carga motor (%)
Media	1.548,7	1.425,2	958,0	488,5	77,1	166,6	46,2
	AdBlue (mg/s)	Nox ini (ppm)	AdBlue (%)	Consumo (l/h)	Carga motor (%)	V real (km/h)	Consumo (l/h)
Media	230,5	707,0	6,2	15,8	46,2	31,8	0,499

Figura 14

Imagen térmica de la rueda delantera tras la labor de vertedera.

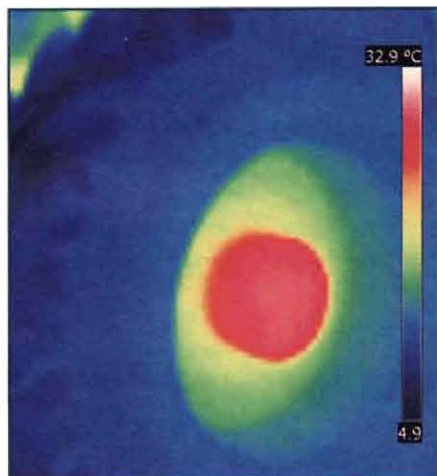


Figura 15

Imagen térmica de la rueda delantera tras la labor de transporte.

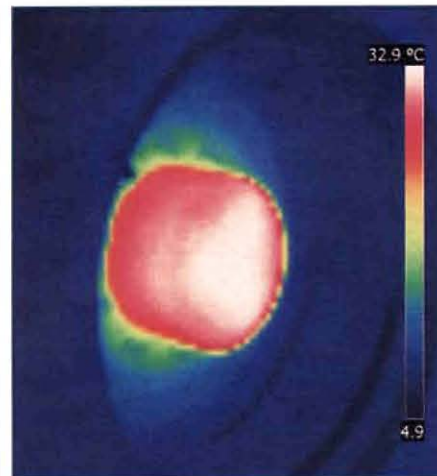




Foto izquierda: Regulación de la profundidad de trabajo de la labor con vertedera. Foto central: La prueba de campo se ha centrado en la evaluación de la respuesta del tractor Fendt 722 Vario durante una labor de arada con una vertedera Kverneland EG85 de cinco cuerpos bajo diversas estrategias de conducción. Foto derecha: Gracias al correcto reparto de pesos, el tractor se desenvuelve con grandes aperos suspendidos sin problema.



Foto izquierda: El buen comportamiento de las suspensiones y del bastidor en carretera permite circular a altas velocidades. Foto centro: Medición de la temperatura del neumático tras prueba de transporte. Foto derecha: Medición de temperatura en la chimenea de escape.

pues no les costará más (viene de serie) y les optimizará la labor, pudiendo incluso dejar pre-establecidas y memorizadas sus preferencias para hasta diez labores distintas.

En resumen, fuimos Camino de Soria (como

en la canción de Gabinete Caligari) y volvimos con los bolsillos cargados de buenas propuestas. ¿Cuántas horas puede trabajar una gentil y poderosa máquina como ésta? Pídale que trabaje 1.800 horas al año que lo hará con gracia. ●

Figura 16

Imagen térmica del depósito de AdBlue al inicio de la prueba de laboreo.

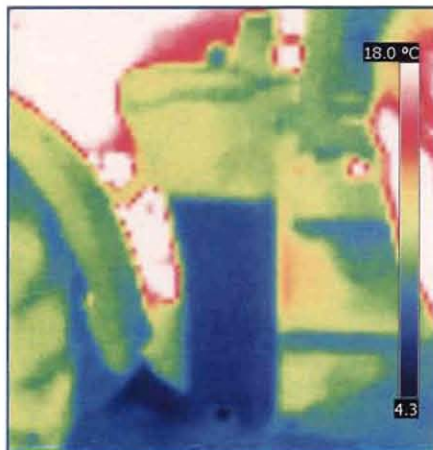
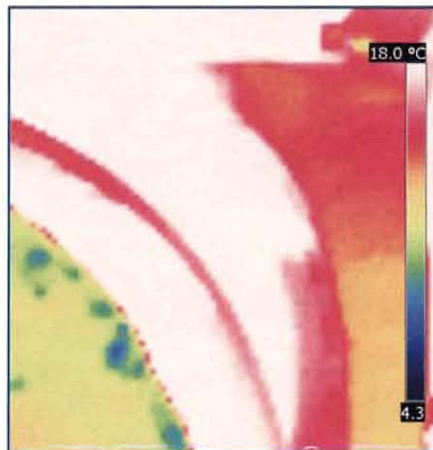


Figura 17

Imagen térmica del depósito de AdBlue al finalizar la prueba de laboreo.



Medición de la temperatura del depósito de gasoil.

Referencias

- Leistle H. 2011. Methods and challenges in R&D on implementation of SCR after-treatment system in new mid range standar tractor. Agritechnica 2011.
- Resultados de los ensayos Power Mix de la DLG: <http://www.dlg.org/tractors.html>